

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-156050

(43)Date of publication of application : 30.05.2003

(51)Int.Cl.

F16C 33/34  
F04B 27/08  
F04B 39/00  
F16C 19/44  
F16C 33/62

(21)Application number : 2001-357710

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 22.11.2001

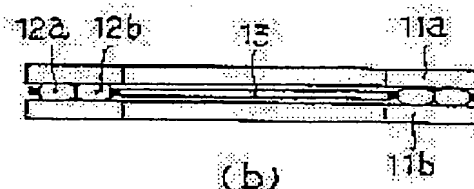
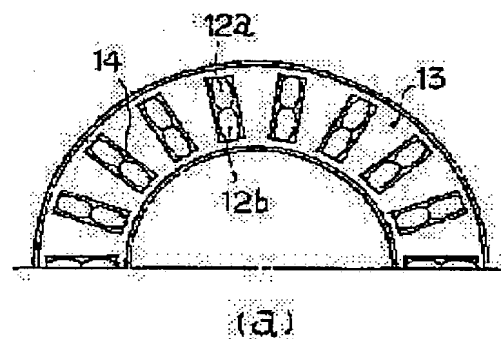
(72)Inventor : TAMADA KENJI  
KAWAMURA TOMOAKI  
NAKAJIMA HIROKAZU  
FUJITA TAKUMI  
MAEDA KIKUO  
SASABE MITSUO

## (54) THRUST NEEDLE BEARING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thrust needle bearing which is capable of reducing a differential slip, and suppressing the increase in the rolling contact bearing pressure as much as possible, small in wear of a race and excellent in surface damage-resistant characteristic.

SOLUTION: This thrust needle bearing comprises a roller with crowning, and a race having  $\geq 10,000/\text{mm}^2$  to  $< 40,000/\text{mm}^2$  carbide particles of the grain size of  $\geq 0.6 \mu\text{m}$  at least to the depth of 0.1 mm of a surface layer.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-156050

(P2003-156050A)

(43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I                          | テームコード* (参考)      |
|---------------------------|-------|------------------------------|-------------------|
| F 1 6 C 33/34             |       | F 1 6 C 33/34                | 3 H 0 0 3         |
| F 0 4 B 27/08             |       | F 0 4 B 39/00                | 1 0 3 P 3 H 0 7 6 |
| 39/00                     | 1 0 3 | F 1 6 C 19/44                | 3 J 1 0 1         |
| F 1 6 C 19/44             |       | 33/62                        |                   |
| 33/62                     |       | F 0 4 B 27/08                | N                 |
|                           |       | 審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁) |                   |

(21) 出願番号 特願2001-357710 (P2001-357710)

(22) 出願日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

(71) 出願人 000102692

NTN株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 玉田 健治

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(72) 発明者 川村 智明

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエ

ヌ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

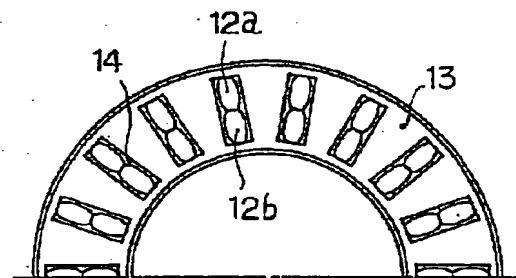
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラストニードル軸受

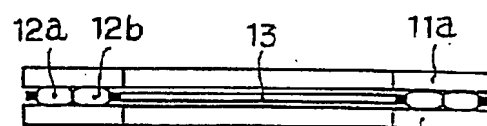
(57) 【要約】

【課題】 差動すべりを低減させ、転がり接触面圧の増加をできるだけ抑えるとともに、軌道輪の摩耗が小さく、耐表面損傷特性に優れたスラストニードル軸受を提供する。

【解決手段】 クラウニング付きのころと、少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6 $\mu$ m以上の炭化物を単位面積当り10000個/mm<sup>2</sup>以上、40000個/mm<sup>2</sup>未満有する軌道輪とを備える。



(a)



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 クラウニング付きのころと、前記ころに接触し、少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6 $\mu$ m以上の炭化物を単位面積当り10000個/mm<sup>2</sup>以上、40000個/mm<sup>2</sup>未満有する軌道輪とを備える、スラストニードル軸受。

【請求項2】 主軸に固定された斜板を当該主軸の周りに回転させることにより、ピストンを往復運動させる斜板式コンプレッサにおいて、前記主軸の回転運動およびピストンの往復運動に伴って発生するスラスト荷重を受けるために、少なくとも前記斜板に接する部位に備えられるスラストニードル軸受であって、

クラウニング付きのころと、前記ころに接触し、少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6 $\mu$ m以上の炭化物を単位面積当り10000個/mm<sup>2</sup>以上、40000個/mm<sup>2</sup>未満有する軌道輪とを備える、斜板式コンプレッサ用のスラストニードル軸受。

【請求項3】 少なくとも2列の複列で配列された複数のころを含み、そのころの少なくとも1つに前記クラウニングが形成されている、請求項1または2に記載のスラストニードル軸受。

【請求項4】 前記軌道輪の前記少なくとも表層0.1mmの深さまでの範囲における炭化物が、面積率で0.8%以上、10%未満の範囲で析出している、請求項1～3のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

【請求項5】 少なくとも2列で配列された複列ころを有し、外径側のころ列のころは、内径側のころ列のころのクラウニング量よりも小さい量のクラウニングが付されているか、またはクラウニングが付されていない、請求項1～4のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

【請求項6】 前記ころを保持する保持器を有し、その保持器が1つのポケットに径方向に沿って軸方向を合わせて2つ以上のころを収納するポケットを配列した構造を備える、請求項1～5のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

【請求項7】 前記ころを保持する保持器を有し、その保持器が1つのころを収納するポケットを少なくとも2列の複列で有する構造を備える、請求項1～5のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

【請求項8】 少なくとも2列で配列された複列ころを有し、外径側のころ列のころの長さを、内径側のころ列のころの長さと同様以上とした、請求項1～7のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

【請求項9】 ころの端面形状が外側に向けて凸の曲面状である、請求項1～8のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

【請求項10】 少なくとも2列で配列された複列ころを有し、外径側のころ列のころ数を、内径側のころ列のころ数と同様以上とした、請求項1～9のいずれかに記

載のスラストニードル軸受。

【請求項11】 前記軌道輪の表面硬さが、ロックウェルCスケール硬さ(HRC)で58以上ある、請求項1～10のいずれかに記載のスラストニードル軸受。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スラストニードル軸受に関し、より具体的には、スラスト荷重が断続的に作用する形態で使用されるスラストニードル軸受、たとえばカーエアコンの斜板式コンプレッサに使用されるスラストニードル軸受に関するものである。

【0002】

【従来の技術】スラストニードル軸受は、軌道輪と、ころ（転動体）と、保持器とで構成されており、単純な構造でありながら高負荷容量と高剛性とを実現できるなど、種々の利点を有する軸受である。このため、過酷な使用条件が課せられるカーエアコンの斜板式コンプレッサには、スラストニードル軸受が使用されている。

【0003】しかし、スラストニードル軸受では、正常状態でもその基本構造に由来して、ころと軌道輪との間には差動すべりが生ずることが避けられない。スラスト軸受は、平面の軌道面を有する軌道輪の上に、転動体としての円筒状のころを配置し、ころと軌道輪とが線接触する構造になっている。このため、軸受の回転中心が、ころの公転中心と一致することを基本構造としている。この場合、ころの周面の周速度は、同じ速度であるが、一方、ころと転がり接触する軌道輪は、軸受の回転中心から外径に向かうほど回転の周速度は大きくなる。このため、ころと軌道輪との周速度差は、ころの両端部で最大となる。理論上では、軸受のピッチ円上のみで純転がり運動を行い、ピッチ円上の点からころの両端部に向けて、ころと軌道輪との周速度差が大きくなり、差動すべりが増大する。この差動すべりは、ころの長さに比例して大きくなる。

【0004】上記スラストニードル軸受における差動すべりは、上記基本構造に由来して、他の形式の軸受と比較して大きい。このため、この差動すべりが原因となって、ころのエッジ部で軌道輪との間でエッジ応力（エッジロード）が発生しやすく、軌道輪の転走部のエッジ部に表面起点型の剥離が発生しやすくなる。

【0005】さらに、元来、スラストニードル軸受は、ころ本数が多く、内部隙間も狭いため、潤滑油が転走面に行き渡りにくい。このため、上記の大きな差動すべりと組み合わせられ、転がり接触面の潤滑油膜形成に悪影響が生じる。この結果、他の軸受に比べ摩擦損失や摩耗が大きく、ころ端面付近に応力集中が発生し、荷重条件によってはエッジ部に表面起点型の剥離が生じやすい。

【0006】ころと軌道輪との差動すべりの影響を緩和する方策としては、差動すべり自体を減少させるため、ころ長さを短くしたり、保持器のポケットの1つに2個

のころを収納した複列形式の軸受が使用されている。また、ころ端部に応力（エッジロード）が発生する問題に対処して、ころにクラウニングを形成する等の対策が形成されている（特開平9-14131号公報）。さらに、ころや内外輪については材質の改善により長寿命化を図ってきた（たとえば、特願平10-359462号、特願平11-373256号）。

【0007】上述のように、ころ長さを短くしたり、保持器のポケット1つに2個のころを入れた複列型のものは、従来のころ長さで単列型のものに比べ、ころ端面の相対滑りが減少し、摩擦損失や摩耗が減少し、転走後エッジ部の剥離寿命を向上させることができる。また、特願平10-359462号や特願平11-373256号で述べた材質を用いることにより、長い耐久寿命を確保することができる。また、ころにクラウニングを付す方策により、ころ端面付近の応力集中を防ぎ、従来品に比べ、剥離寿命を向上させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、近年の技術動向として、省資源、省エネルギー指向、部品のコンパクト化のため、使用条件はより苛酷なものとなっている。たとえば、上述のカーエアコン用の斜板式コンプレッサのスラストニードル軸受には、8000rpm程度の高速回転で中心からオフセットしたスラスト荷重が作用する。その上、潤滑の問題が加わる。

【0009】上記カーエアコン用斜板式コンプレッサに用いられるスラストニードル軸受の潤滑においては、軸受の潤滑油と冷媒とが混合された状態にあり、コンプレッサの圧縮と膨張とにより、潤滑油の液化と気化とが繰り返される。また、冷媒の混入があるため、潤滑油の量が減少するという問題が生じる。さらに、地球温暖化防止等の環境問題の観点から、エアコン用のコンプレッサには、冷媒としてHCF<sub>134a</sub>等の代替フロンが使用される。これらの代替フロンは従来使用されていた冷媒と比較して、自己潤滑性が乏しいとされている。軸受の潤滑油は、この代替フロンと混合し動粘度が低下し、軸受の油膜形成が非常に劣化する。このため、潤滑性能の劣化から軸受の転動体や軌道輪に剥離や摩耗等の表面損傷を生じ、短寿命となる問題がある。

【0010】上記の問題を解決するために、クラウニングを付したころを2列以上で配列した複列ころ構造が提案された（特願2001-292742）。さらに、表層0.1mmの深さまで炭化物を高密度で析出させた軌道輪を使用することにより、軌道輪の摩耗を減少させ耐久性を向上させる提案もなされた（特願2001-195749）。しかしながら、使用条件は、さらにコンパクト化の度合いを強めており、上記の改良を超える、表面損傷が小さく耐剥離寿命に優れたスラストニードル軸が求められている。たとえば、これまでよりも大幅に耐表面損傷性能を向上させないと、製造コスト低減の観点

からプレス加工されたまま使用される軌道輪と組み合わせ使用されるスラストニードル軸受の表面損傷を、根本的に低減することはできない。

【0011】本発明は、差動すべりを低減させ、転がり接触面圧の増加をできるだけ抑えけるとともに、軌道輪の摩耗が小さく耐表面損傷特性に優れたスラストニードル軸受を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のスラストニードル軸受は、クラウニング付きのころと、少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6 $\mu$ m以上の炭化物を単位面積当たり10000個/mm<sup>2</sup>以上、40000個/mm<sup>2</sup>未満有する軌道輪とを備える（請求項1）。

【0013】この構成により、ころでは、クラウニング形成によりエッジ部の差動すべりを無くし、負荷を低減することができる。また、軌道輪では、炭化物が変形抵抗として働くため、表層の材料強度を向上させる。さらに、ころと軌道輪との間の差動すべりや潤滑不良によって、軌道輪表面が発熱しても塑性流動の発生を抑制することができる。

【0014】軌道輪において、少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6 $\mu$ m以上の炭化物を単位面積当たり10000個/mm<sup>2</sup>以上析出させることにより、上述のように、炭化物が表層部の塑性変形の抵抗として作用する。この塑性変形の抵抗の効果をより高いレベルで得るためには、望ましくは14000個/mm<sup>2</sup>以上析出させる。また、上記炭化物が40000個/mm<sup>2</sup>を超えると耐剥離性がかえって低下する。なお、粒径は、その炭化物が球形でない場合は、方向について平均化した平均粒径である。

【0015】上記の軌道輪表層の炭化物密度は、たとえばSCM415材を被処理材として、浸炭処理時間を890℃×1h、炉内雰囲気カーボンポテンシャル1.5～2.0%とし、焼入れ条件を840℃×0.5h、炉内雰囲気カーボンポテンシャル1.0～2.0%とした後、油焼入れすることにより得ることができる。また、浸炭鋼のほか軸受鋼や炭素鋼等にも適用することができる。

【0016】上記の炭化物密度は、電子顕微鏡を用いて、薄膜直接観察、抽出レプリカ観察、または2段レプリカ観察によって測定してもよいし、走査型電子顕微鏡により表面研磨エッチングしたサンプルの表面を観察してもよい。

【0017】ころでは、クラウニング形成によりエッジ部の差動すべりを無くし、負荷を低減し、軌道輪では、上記炭化物を表層に備えることにより、主として塑性変形抵抗を向上させることができる。上記クラウニング付きころと、表層へ高密度炭化物分布させた軌道輪との組み合わせによって、従来のスラストニードル軸受に別々にこれら要件を付加して加算した効果を大幅に超える、

画期的に大きな耐表面剥離特性を得ることができる。すなわち、上記の耐表面剥離性能の大幅な向上は、ころへのクラウニング付加と軌道輪表層における炭化物の高密度分布との相乗効果として実現することができる。また、軌道輪やころでは、摩耗量は非常に小さくなる。

【0018】本発明の斜板式コンプレッサに用いられるスラストニードル軸受は、主軸に固定された斜板を当該主軸の周りに回転させることにより、ピストンを往復運動させる斜板式コンプレッサにおいて、主軸の回転運動およびピストンの往復運動に伴って発生するスラスト荷重を受けるために、少なくとも斜板に接する部位に備えられるスラストニードル軸受である。このスラストニードル軸受では、クラウニング付きのころと、ころに接触し、少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6μm以上の炭化物を単位面積当たり10000個/mm<sup>2</sup>以上、40000個/mm<sup>2</sup>未満有する軌道輪とを備える（請求項2）。

【0019】上記斜板に接して配置されたスラストニードル軸受には、軌道輪ところとの間に差動すべりが発生する。この差動すべりは転がり接触面の油膜形成に悪影響を及ぼし、潤滑油の潤滑性を低下させる。その上、たとえば、上記のカーエアコン用斜板式コンプレッサ用スラストニードル軸受では、潤滑油がエアコンの冷媒等で薄められた状態で使用される。このため、さらに潤滑を効かすことができず、転がり接触面に発熱が生じ、表面剥離などの表面損傷を受け易い。しかし、上記のように、クラウニング付きのころと、表層の高密度炭化物分布を制御した軌道輪とを組み合わせることににより、たとえば、カーエアコンの冷媒と潤滑油とが混合した潤滑条件下でも、画期的に優れた耐表面剥離特性を得ることができる。この耐表面剥離性能は、ころや軌道輪に別々に上記要件を付した効果を加算した効果を大幅に超える、画期的に改善された相乗効果を得ることができる。

【0020】上記本発明のスラストニードル軸受では、少なくとも2列の複列で配列された複数のころを含み、そのころの少なくとも1つにクラウニングが形成されることができる（請求項3）。

【0021】複列ころとすることにより、差動すべりを小さい複列に分散させることができる。また、クラウニング付与によりエッジ部の負荷を低減することができる。この結果、耐表面剥離寿命を大幅に向上させることができる。また、摩擦トルクも低減することができ、たとえばカーエアコン運転の電力費を低減することができる。

【0022】上記本発明のスラストニードル軸受では、軌道輪の少なくとも表層0.1mmの深さまでの範囲における炭化物が、面積率で0.8%以上、10%未満の範囲で析出する分布とすることができる（請求項4）。

【0023】この構成により、軌道輪の耐摩耗性と耐剥離寿命の両者を高めることができる。上記面積率の炭化

物を得るには、たとえばSCM415材を被処理材として、浸炭処理時間を890℃×1h、炉内雰囲気カーボンポテンシャル1.5～2.0%とし、焼入れ条件を840℃×0.5h、炉内雰囲気カーボンポテンシャル1.0～2.0%とした後、油焼入れする。SCM415などの浸炭鋼のほか軸受鋼や炭素鋼等にも適用することができる。

【0024】上記本発明のスラストニードル軸受では、少なくとも2列で配列された複列ころを有し、外径側のころ列のころは、内径側のころ列のころのクラウニング量よりも小さい量のクラウニングが付されているか、またはクラウニングが付されない構成とすることができる（請求項5）。

【0025】この構成により、小さいクラウニングは転動接触部を大きく減少させないので、外径側のころ列の負荷容量を向上させ、外径側の個々のころの負荷面圧を減少させる。このため、外径側ころの剥離を防止し、外径側ころと転動する軌道輪の剥離を防止することができる。

【0026】上記本発明のスラストニードル軸受では、ころを保持する保持器を有し、その保持器が1つのポケットに径方向に沿って軸方向を合わせた2つ以上のころを収納するポケットを配列した構造を備える（請求項6）。

【0027】この構成により、保持器の加工原価を低減させ、ころ1本当りのスキュー量を減少させることができる。

【0028】上記本発明のスラストニードル軸受では、ころを保持する保持器を有し、その保持器が1つのころを収納するポケットを少なくとも2列の複列で有する構造を備えることができる（請求項7）。

【0029】この構成により、保持器支持によるころのスキューの低減を得ることができる。また、摩擦トルクも低減させ、たとえばカーエアコン用の斜板式コンプレッサに用いられた場合、運転電力費用を低減することができる。

【0030】上記本発明のスラストニードル軸受では、少なくとも2列で配列された複列ころを有し、外径側のころ列のころの長さを、内径側のころ列のころの長さと同等以上にすることができる（請求項8）。

【0031】この構成により、内径側のころ列の差動すべりを減少させ、外径側のころ列の転動接触部を内径側ころよりも大きくし、負荷容量を向上させることができる。

【0032】上記本発明のスラストニードル軸受では、ころの端面形状を外側に向けて凸の曲面状とすることができる（請求項9）。

【0033】この構成により、ころ同士の端面の干渉を低減し、またころ端面と保持器ポケットとの干渉も低減することができる。また、ころのスキューの低減や摩擦

トルクの低減も得ることができる。

【0034】上記本発明のスラストニードル軸受では、少なくとも2列で配列された複列ころを有し、外径側のころ列のころ数を、内径側のころ列のころ数と同等以上とすることができる（請求項10）。

【0035】この構成により、外径側ころ列の負荷容量を大きくすることができる。上記本発明のスラストニードル軸受では、軌道輪の表面硬さが、ロックウェルCスケール硬さ（HRC）で58以上あることが望ましい（請求項11）。

【0036】この構成により、従来の軌道輪よりも転走跡エッジ部の塑性流動を抑制し、かつ耐摩耗性を向上させることができる。HRC58未満では、耐摩耗性の向上が不十分であり、従来の軌道輪とほとんど同じ耐摩耗性を有する。

【0037】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態におけるスラストニードル軸受は、図1または図2に示す斜板式コンプレッサに用いられる。図1は片斜板タイプであり、図

2は可変容量片斜板タイプである。図示された斜板式コンプレッサ1において、斜板3は主軸4に固定され、主軸4とともに回転する。主軸はラジアル軸受5によって支持されている。斜板3はシューなどを介してピストンを往復運動させるので、主軸4の軸方向に平行にスラスト荷重が発生する。このため、斜板に接する部位にスラストニードル軸受10aを介在させている。このスラストニードル軸受には、一般に、針状ころ軸受が用いられる。また、図1および図2の斜板式コンプレッサでは、ハウジング2がスラスト荷重を負担する部位にもスラストニードル軸受10bが配置されている。

【0038】（実施例1）図3に示すように、軌道輪11a、11bと、両軌道輪間に配置された転動体（ころ）12と、転動体12を案内保持する保持器13とからなるスラストニードル軸受を用いて試験を行った。このスラストニードル軸受に用いた軌道輪、転動体および保持器の構成を表1に示す。

【0039】

【表1】

| サンプ<br>ル | 軌道輪の仕様                               |                | ころの仕様    |     | 10%寿命<br>(h) | 10%寿命<br>の寿命比 | 剥離部位   |        | モータの<br>消費電流<br>(A) |
|----------|--------------------------------------|----------------|----------|-----|--------------|---------------|--------|--------|---------------------|
|          | 単位面積当たりの<br>炭化物数(個/mm <sup>2</sup> ) | 炭化物の<br>面積率(%) | ころ<br>形状 | ころ数 |              |               | 軌道輪    | ころ     |                     |
| 1(標準軸受)  | 6540                                 | 0.5            | ストレート    | 単列  | 11           | 1             | 内径エッジ  | 外径     | 7                   |
| 2(比較例)   | 6540                                 | 0.5            | ストレート    | 2列  | 28           | 2.5           | 内径列の内径 | 外径列の外径 | 4.3                 |
| 3(比較例)   | 6540                                 | 0.5            | クランク     | 単列  | 54           | 4.9           | 内径エッジ  | なし     | 5.7                 |
| 4(比較例)   | 6540                                 | 0.5            | クランク     | 2列  | 83           | 7.5           | 内径列の内径 | なし     | 3.9                 |
| 5(本発明例)  | 39452                                | 9.64           | クランク     | 2列  | 227          | 20.6          | 内径列の内径 | なし     | 3.9                 |

【0040】表1に示すように、本発明の要件のうち、

(a1) 軌道輪の炭化物密度および炭化物の面積率、

(a2) 単列ころと複列ころの相違、(a3) ころ形状

(クラウニング付きか否か) について、条件を変化させて、上記要件の耐剥離寿命への影響を試験した。すなわち上記要件を本発明の範囲内にすることにより、ころ端面の差動すべりの減少、およびころ端面付近の応力集中の減少により摩擦損失、磨耗が小さくなり、転走後エッジ部の剥離寿命を向上させると考え、その効果を検証した。

【0041】寿命試験は、ころ径：直径3mm、レース内径：直径65mm、レース外径：直径85mmの軸受を用い、試験温度：60～80℃、荷重：1000kgf、回転数：5000rpm、潤滑油：スピンドル油VG2（油圧パラメータ、λ：0.101）の試験条件で行なった。その試験結果を比較例（標準ころ、保持器仕様のスラストニードル軸受を使用したもの）とともに、表1に示す。

【0042】表1の寿命試験結果は、試験軸受10個の10%寿命で表わした。なお、ころ長さは単列の場合7.8mm長さとし、2列の場合3.8mm長さ（×2）とし、クラウニング量（ドロップ量）は5～15μ

mとした。

【0043】上記表1の結果から標準軸受であるサンプル1の寿命を1とすると、2列ころ仕様のサンプル2では、サンプル1の2.5倍の寿命延長がみられた。また、クラウニング付きの単列ころのサンプル3では、サンプル1の4.9倍の寿命延長が得られた。2列ころでクラウニング付きのサンプル4の寿命は、サンプル1の7.5倍の寿命延長が得られた。上記サンプル1～4は、いずれも比較例であり、軌道輪の炭化物の密度や面積率が本発明の範囲内に入っていないものである。

【0044】上記の比較例に対して、保持器使用のクラウニング付きの2列ころと、炭化物の密度および面積率が本発明の範囲内に入る軌道輪とを備える本発明例のサンプル5では、実にサンプル1の20.6倍となる。この寿命延長は、サンプル2、3、4に比べて画期的に長い。しかも、ころに剥離は全く発生していなかった。また、モータの消費電流は、サンプル5で3.9Aと、サンプル4と同程度で他のサンプルに比べ最も低く、摩擦損失も小さいことを示している。

【0045】以上の結果より、2列以上の複列ころでクラウニング形状を付加した保持器付きころと本発明の軌道輪とを組合せたスラストニードル軸受は、摩擦損失お

よび摩耗を小さくし、転走後エッジ部で生じる表面起点型の剥離寿命を画期的に向上させ、ころ外径に生じる剥離を防止する効果があることが明らかとなった。

【0046】上記クラウニング付きころと表層部へ高密度炭化物分布させた軌道輪との組み合わせにより、従来のスラストニードル軸受に別々にこれら要件を付加して加算した効果を大幅に超える、画期的に大きな耐表面剥離特性を得ることができる。すなわち、上記の耐表面剥離性能の大幅な向上は、ころへのクラウニング付加と軌道輪表層における炭化物の高密度分布との相乗効果として実現することができる。

【0047】（実施例2）次に、2列のクラウニングころを用い、長さや端面形状を変えた保持器付きころと軌道輪とを組合せた実施例2のスラストニードル軸受についての試験結果を説明する。表2に示すように、本発明の要件のうち、（b1）2列ころの外側ころ長さ、（b2）クラウニング、（b3）保持器ポケット構造、（b4）ころ端面形状、の各要件の剥離寿命への影響を検討した。

【0048】

【表2】

| サンプル<br>No. | 軌道輪        | 内径側ころ |        | 外径側ころ |          | ころ端面<br>形状 | 保持器<br>ポケット数 | 10%<br>寿命比 | 剥離部位  |      | モータの<br>消費電流(A) |
|-------------|------------|-------|--------|-------|----------|------------|--------------|------------|-------|------|-----------------|
|             |            | 長さ比   | クラウニング | 長さ比   | クラウニング   |            |              |            | 内径側側  | 外径側側 |                 |
| 5           | 本発明<br>軌道輪 | 1     | 有・標準   | 1     | 有・標準     | ストレート      | 1            | 1          | 内径エッジ | なし   | 3.9             |
| 6           |            | 1     | 有・標準   | 1     | 有・標準     | ストレート      | 2            | 1.5        | 内径エッジ | なし   | 3.3             |
| 7           |            | 1     | 有・標準   | 1     | 有・小      | ストレート      | 1            | 1          | 内径エッジ | なし   | 4.1             |
| 8           |            | 1     | 有・標準   | 1     | なし・ストレート | ストレート      | 1            | 1          | 内径エッジ | なし   | 4.3             |
| 9           |            | 1     | 有・標準   | 1.2   | 有・標準     | ストレート      | 1            | 1.7        | 内径エッジ | なし   | 3.4             |
| 10          |            | 1     | 有・標準   | 1     | 有・標準     | R          | 1            | 1.3        | 内径エッジ | なし   | 3.5             |
| 11          |            | 1     | 有・標準   | 1     | 有・標準     | R          | 2            | 1.6        | 内径エッジ | なし   | 3.2             |

【0049】図4はサンプル5のスラストニードル軸受を説明する図である。図4（a）は、上側軌道輪を除いた状態の平面図であり、図4（b）は、図4（a）の断面図である。このサンプル5では、1列のポケット列を配置し、各ポケットにころ軸方向を径方向に合わせて2個のころが収納されている。

【0050】図5は、サンプル6のスラストニードル軸受を説明する図である。図5（a）は、上側軌道輪を除いた状態の平面図であり、図5（b）は、図5（a）の断面図である。表2によれば、保持器にポケットを2列設けたサンプル6では、ころが保持器によりさらに支持され、ころスキューを低減させて、摩擦損失および摩耗を小さくし、剥離寿命長さを本発明例のサンプル5の1.5倍に向上させている。

【0051】2列以上の複列ころで、内径側ころにクラウニング形状を付し、外径側ころを内径側ころよりも小さなクラウニング形状にしたサンプル7では、本発明例のサンプル5と同等の剥離寿命長さを有している。また、サンプル7における外径側ころにクラウニングを付さなかったストレートのサンプル8も、サンプル5と同等の寿命長さを有している。これらサンプル7および8では、外径側の負荷容量を上げて、ころ外径側の剥離と軌道輪外径側の剥離とを防止する作用が得られている。

【0052】外径側ころの長さを内径側ころ長さの1.2倍としたサンプル9（この場合、従来の内径側と外径側とで同じ長さの2列ころに対し、内径側ころはその長さより短く、外径側ころはそれより長くした）では、外

径側の負荷容量を上げて、ころ外径剥離および軌道輪外径側の剥離を防止するとともに、内径側ころの差動すべりを減少させ、サンプル5に比し寿命長さを1.7倍向上させた。特に、内径側ころ長さを短くしたサンプル9では、内径側ころの差動すべりが従来の2列ころより減少した結果、寿命向上が顕著であった。

【0053】これらの結果より、外径側列におけるころ本数（ポケット数）を内径側列と同等以上にすることも外径側の負荷容量を上げるので、同様の作用を得ることができ有効であることが明白である。この構成は、たとえば図6に示すスラストニードル軸受として実現することができる。

【0054】さらに、ころ端面を円弧状に張り出した形状にしたサンプル10、11では、ころ同士の端面の干渉を低減し、またころ端面と保持器ポケットとの干渉を低減させる。さらに、ころのスキューを低減し、摩擦トルクを低減させることも、表2の試験結果から明らかである。

【0055】（実施例3）次に軌道輪の耐摩耗性に対する本発明のスラストニードル軸受の効果を調べるために、サンプル5とサンプル1（標準軸受）、その他のサンプル4、12を、表1と同一条件で一定時間（10時間）転動させ、転走後端部の最大摩耗量（深さ）を測定した結果を表3に示す。

【0056】

【表3】

| サグ/μm   | 軌道輪の仕様                           |            | ころの仕様  |      | 最大摩耗量(μm) |
|---------|----------------------------------|------------|--------|------|-----------|
|         | 単位面積当たりの炭化物数(個/mm <sup>2</sup> ) | 炭化物の面積率(%) | ころ形状   | ころ列数 |           |
| 1(標準軸受) | 6540                             | 0.5        | ストレート  | 単列   | 1.5       |
| 4(比較例)  | 6540                             | 0.5        | クラウニング | 2列   | 0.7       |
| 12(比較例) | 39452                            | 9.64       | ストレート  | 単列   | 0.1       |
| 5(本発明例) | 39452                            | 9.64       | クラウニング | 2列   | 0.05      |

【0057】転走後の軌道輪端部の最大摩耗深さは、サンプル1が1.5μm、サンプル4が0.7μm、サンプル12が0.1μmであるのに対して、2列ころによるクラウニング形状を付加した保持器付きころと少なくとも表層0.1mmの深さまで粒径0.6μm以上の炭化物を単位面積当たり39452個/mm<sup>2</sup>で、かつ面積率9.64%析出させた軌道輪で構成されたサンプル5は最大摩耗量が0.05μmと著しく耐摩耗性が向上した。

【0058】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。たとえば、最も広くは、単列のクラウニング付きのころと、表層に所定の高密度炭化物分布を有する軌道輪とを備えるスラストニードル軸受ならば、本発明の対象となる。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0059】

【発明の効果】上記のように本発明のスラストニードル軸受を用いることにより、ころ端面の相対滑りの減少ところ端面付近の応力集中の減少により摩耗が飛躍的に小さくなり、また潤滑油が行き渡りにくい構造でも、軌道輪およびころの転走後エッジ部の剥離寿命を著しく向上させることができる。さらに、潤滑条件が過酷なカーエアコン用の斜板式コンプレッサに用いられ、安定した耐

久性を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスラストニードル軸受が用いられる片斜板タイプの斜板式コンプレッサの断面図である。

【図2】 本発明のスラストニードル軸受が用いられる可変容量片斜板タイプの斜板域コンプレッサの断面図である。

【図3】 本発明の実施例におけるスラストニードル軸受を示す図である。

【図4】 本発明の実施例において保持器の1つのポケットにころを2本収納したころ配列のスラストニードル軸受を示す図である。(a)は平面図であり、また(b)は断面図である。

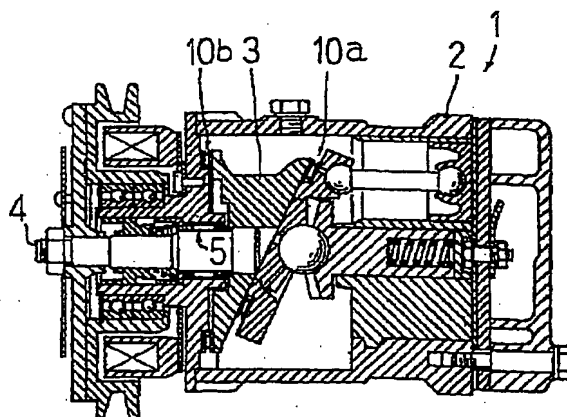
【図5】 本発明の実施例においてポケットを2列配列したスラストニードル軸受を示す図である。(a)は平面図であり、また(b)は断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態において、保持器にポケットを2列配列し外径側ころ列のころ数を内径側ころ列のころ数よりも多く配列したスラストニードル軸受を示す平面図である。

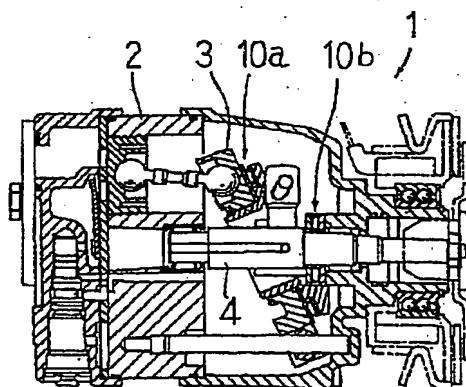
【符号の説明】

1 斜板式コンプレッサ、2 斜板式コンプレッサのハウジング、3 斜板、4 主軸、5 ラジアル軸受、10a、10b スラストニードル軸受、11a、11b 軌道輪、12、12a、12b 転動体(ころ)、13 保持器、14、14a、14b ポケット。

【図1】

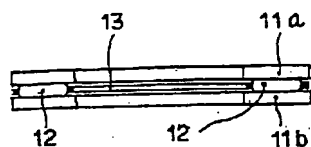


【図2】

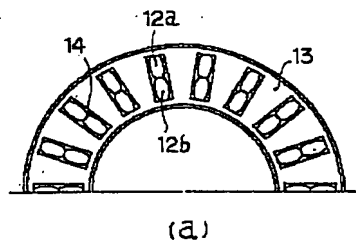




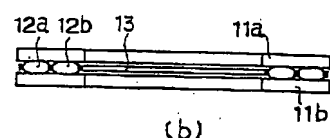
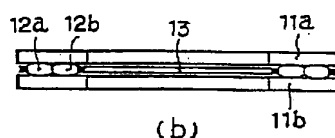
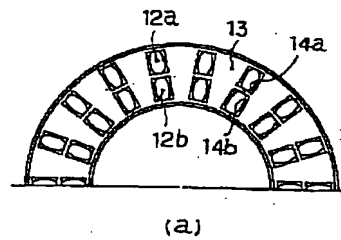
【図 3】



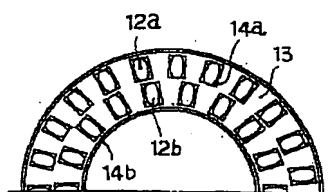
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 碩一  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

(72)発明者 藤田 工  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

(72)発明者 前田 喜久男  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

(72)発明者 笹部 光男  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

Fターム(参考) 3H003 AA03 AB07 AC01 AD01 CA02  
3H076 AA05 BB26 BB43 CC37  
3J101 AA14 AA15 AA27 AA32 AA42  
AA43 AA53 AA62 BA05 BA70  
DA02 DA03 DA20 EA02 FA02  
FA31 GA29